

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-266263

(43)Date of publication of application : 17.10.1995

(51)Int.Cl.

B25J 3/00  
G01D 5/00

(21)Application number : 06-057506

(71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 28.03.1994

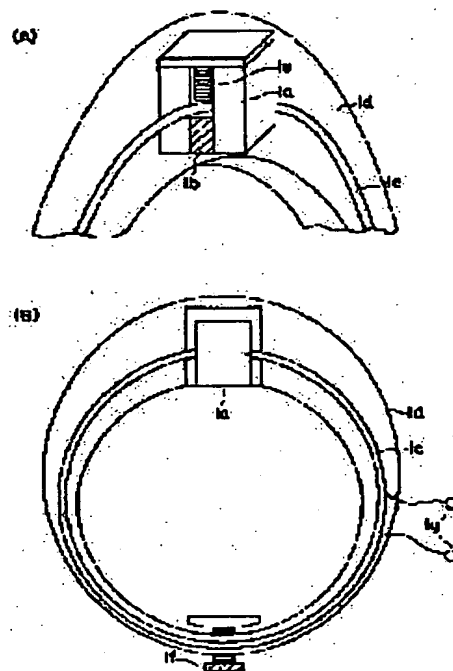
(72)Inventor : ASANO TAKEO  
NISHIMURA HISASHI  
MAEZAWA MINEYUKI

## (54) TOUCH TRANSFER DEVICE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide a touch transfer device which can perceive a controlled condition easily and accurately by transferring the condition of contact with an object to an operator as virtual touch without impairing the controllability of other devices.

**CONSTITUTION:** A touch transfer device includes a touch transfer unit (permanent magnet 1a, yoke 1b, coil 1c, elastic member 1e, terminal 1g) having both a virtual touch transfer means by which the condition of touch with an object which cannot be directly touched can be transferred as virtual touch and a drive means for driving the virtual touch transfer means; and a holding means (insulative structural main body 1d, size-adjusting screw 1f) for holding the touch transfer unit against part of an operator's body so that the virtual touch transfer means comes into contact with the operator's body.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

27.03.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3389314

[Date of registration]

17.01.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**Japanese Laid-Open Patent Publication**  
**No. 266263/1995 (Tokukaihei 7-266263)**

**A. Relevance of the Above-identified Document**

The following is a partial English translation of exemplary portions of non-English language information that may be relevant to the issue of patentability of the claims of the present application.

**B. Translation of the Relevant Passages of the Document**

See the attached English Abstract.

**[CLAIMS]**

A tactile transmission apparatus, comprising:

a tactile transmission unit, which includes (i) simulated tactile sense transmitting means capable of transmitting, as a simulated tactile sense, tactile information obtained by making contact with a target incapable of being directly touched and (ii) driving means for driving the simulated tactile sense transmitting means; and

attaching means for attaching the tactile transmission unit to a part of a body of an operator so that the simulated tactile sense transmitting means makes contact with the body of the operator.

**[DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION]**

**[0001]**

**[INDUSTRIAL APPLICABILITY]**

The present invention relates to a tactile transmission apparatus which transmits, to a human tactile organ, tactile information obtained by manipulating a target object incapable of being directly touched.

**[0002]**

## [PRIOR ART]

There have been conventionally known (i) an apparatus for indirectly manipulating a microscopic target object incapable of being directly touched and (ii) an apparatus for carrying out an operation in an extreme environment. Each of such apparatuses is provided with a control section and an operation section. The control section allows an operator to carry out control. The operation section carries out an operation directly on the target object by using a manipulator or the like. The operation is carried out in accordance with the control of the control section.

[0003] Fig. 9 schematically illustrates a whole arrangement of a microscope provided with a micromanipulator. As illustrated in Figs. 9(A) and 9(B), the microscope includes a microscope main body 9a, a pipette 9c, and a needle 9d. The pipette 9c is provided in the microscope main body 9a, and sucks a microscopic cell 9b (microscopic target object) such as a fertilized egg so as to hold the cell 9b in a predetermined position. The use of the needle 9d makes it possible to inject, into the cell 9b sucked and held by the pipette 9c, either a reagent or a gene having different gene information from the cell 9b. Further, the microscope main body 9a is provided with a pipette control joystick 9f and a needle control joystick 9e. The use of the pipette control joystick 9f makes it possible to control the pipette 9c during a microscopic observation. The use of the needle control joystick 9e makes it possible to control the needle 9d during the microscopic observation. (Conventional Example 1)

[0004] According to such an arrangement, the pipette control joystick 9f and the needle control joystick 9e are operated such that the cell 9b sucked and held by the pipette 9c is subjected to predetermined microscopic cell manipulation with the use of the needle 9e (for more information, see Y.

Shikano, "Microscopic cell manipulation", *Journal of the Society of Instrument and Control Engineering*, Vol. 23, No. 9, p. 32-38).

[0005] Further, Fig. 10 schematically illustrates an arrangement of a robotic manipulator system. As illustrated in Fig. 10, the manipulator system includes a master arm 10f, a slave arm 10c, a first computer 10h, and a second computer 10i. The master arm 10f can be set in the operator's arm. The slave arm 10c can be moved in accordance with a movement of the operator's arm. The first computer 10h generates a signal indicative of the movement of the operator's arm, and outputs the signal. In accordance with the signal supplied from the first computer 10h, the second computer 10i operates the slave arm 10c. (Conventional Example 2)

[0006] The master arm 10f is provided with a plurality of joint sections 10d, attaching members 10g, and a treatment section 10e. In the joint sections 10d, sensors (not shown) are incorporated, respectively. The attaching members 10g is attached to the operator's arm, and transmits the movement of the arm to the plurality of the joint sections 10d. The treatment section 10e is provided on the free end side of the joint sections 10d, and moves in accordance with the movement of the arm.

[0007] In the first computer 10h, a master arm control section 10j and an operating environment simulator 10m are incorporated. The master arm control section 10j carries out predetermined signal processing with respect to a control signal corresponding to the arm's movement (i.e., corresponding to the movement of each of the joint sections 10d) detected respectively by the sensors.

[0008] In the second computer 10i, a slave arm control section 10k and a task environment simulator 10n are incorporated. The slave arm control section 10k carries out

predetermined signal processing with respect to the signal supplied from the first computer 10h.

[0009] The slave arm 10c is provided with a plurality of joint sections 10a and a treatment section 10b. In the plurality of joint sections 10a, sensors (not shown) are incorporated. The treatment section 10b is fixed on the free end side of the joint sections 10a. In accordance with the signal supplied from the second computer 10i, the joint sections 10a move the treatment section 10b toward a predetermined target object M. With this, the target object M is subjected to a predetermined treatment.

[0010] According to such an arrangement, the sensors incorporated in the master arm 10f set in the operator's arm detect the movement arbitrarily made by the operator. In accordance with the movement signal thus detected, the first and second computers 10h and 10i drive the slave arm 10c. That is, the master arm 10f causes the slave arm 10c to follow the movement of the operator.

[0011] In cases where the treatment section 10b moved by the slave arm 10c receives an external force from the target object M on this occasion, the external force acts directly on the operator's arm via the slave arm 10c and the master arm 10f.

[0012] Such types of manipulator system have been available now. A typical example of such a manipulator system is a robotic manipulator system. Further, Fig. 11 schematically illustrates an arrangement of a pair of straight grasping forceps 11a each serving as a medical treatment instrument.

[0013] As illustrated in Figs. 11(A) and 11(B), the straight grasping forceps 11a include an insertion section 11b, a forceps section 11c, and an operation section 11d. The insertion section 11b is inserted into a body cavity, for example, through a trocar or the like. The forceps section 11c is provided on a tip of the insertion section 11b. The operation section 11d is provided on

a base end of the insertion section 11b. (Conventional Example 3)

[0014] The forceps section 11c is provided with a pair of forceps members 11e and 11f, each of which is rotatably supported. Further, the operation section 11d is provided with a fixed operation handle 11g and a movable operation handle 11h. The fixed operation handle 11g is fixed to the base end of the insertion section 11b. The movable operation handle 11h is so provided as to be rotatable with respect to the fixed operation handle 11g.

[0015] According to such an arrangement, an operation shaft (not shown) provided inside the insertion section 11b is slid back and forth by rotating the movable operation handle 11g, so that the pair of forceps members 11e and 11f are opened and closed with the use of a link mechanism (not shown).

[0016]

#### [PROBLEMS TO BE SOLVED BY THE INVENTION]

However, although the operation systems such as the pipette 9c or the needle 9d moves three-dimensionally in the microscope of Conventional Example 1 (see Fig. 9), the microscope produces a two-dimensional observational image. In this case, depth information can only be obtained in accordance with focus information of the image. This makes it is difficult to precisely judge from the observational image whether or not the operation systems are accurately making contact with the microscopic target object. That is, this causes such a problem that, since it takes some practice to accurately make contact of the operation systems with the microscopic target object, observational efficiency and processing efficiency are reduced.

[0017] Furthermore, in the fields of medicine, biotechnology, and the like, the focus of research has been

shifted from a cell onto an intracellular material, i.e., onto a more microscopic target object. Accordingly, a more microscopic portion of the target object tends to be observed and manipulated. This requires an advanced and accurate operation of a manipulator.

[0018] Further, in the manipulator system of the Conventional Example 2 (see Fig. 10), it is difficult to reflect, in the master, information indicative of hardness, flexibility, and the like of the target object M. Therefore, the master cannot cause the operator to feel a subtle tactile sense when holding an object via the operation systems, unlike the case where a normal human hold the object. The system of Conventional Example 2 is sufficient to reflect, in the master, a rough movement such as transportation of the target object. However, in the technical field of micromanipulators and the like where precise and careful movements and judgments are required, it is insufficient to expect, in the system of Conventional Example 2, to (i) an operability improvement based on display of a sense of resistance and (ii) accurate recognition of the target object to be gripped.

[0019] Further, the mechanism of the straight gripping forceps 11a of the Conventional Example 3 (see Fig. 11) makes it impossible for the operator to feel a subtle tactile sense during the operation. Therefore, even a skilled operator is required to carry out an extremely careful and accurate operation. That is, the operator is required to watch a laparoscopic observational image while checking (i) a degree to which the forceps members 11e and 11f are open or closed with respect to each other, and (ii) how tissue is gripped and peeled. This causes treatment efficiency to be bad.

[0020] Further, an endoscope inserted into the body cavity has the same problems as the forceps. See Fig. 12. A current

endoscope 12 is so inserted as to be operated depending solely on (i) image information observed through a tip of the endoscope 12, and (ii) a sense of resistance felt when the endoscope 12 is inserted. At present, it is difficult to operate and insert the endoscope 12 while anticipating a pain caused by the endoscope 12 whose outer wall is pressed against an inner wall of a patient's organ. Further, the arrangement of the endoscope 12 makes it impossible to obtain, as operation information, a correlation between (i) a level of pressure and (ii) the pain felt by the patient. That is, it is impossible to know how much pressure inflicts the pain on the patient.

[0021] Thus, with the arrangements of Conventional Examples 1 to 3, it is impossible to check either (i) a tactile condition, i.e., how the manipulator touches the target object or the tissue during operation, or (ii) a gripped condition, i.e., how strongly the target object is gripped. Further, it is impossible to obtain various types of tactile information such as surface roughness and surface temperature of the target object.

[0022] That is, Conventional Examples 1 to 3 cannot provide the operator with feedback on (i) the information obtained by touching or gripping the target object, and (ii) the various types of tactile information such as the surface roughness and the surface temperature of the target object. Therefore, a subtle and accurate operation based on the human tactile sense cannot be carried out.

[0023] In order to solve such problems, there has been proposed a tactile sense causing apparatus disclosed, for example, in Japanese Patent Application No. 007196/1993 (Tokuganhei 5-007196). That is, as illustrated in Fig. 13, the tactile sense causing apparatus includes an electromechanical transducer which includes a pedestal 13a, a magnet 13c, a coil 13b, a stopper 13d, and a tactile sense causing section 13e. The



magnet 13c is provided on the pedestal 13a. The coil 13b is provided inside the magnet 13b. The stopper 13d supports the coil 13b. The tactile sense causing section 13e is provided on the coil 13b.

[0024] According to such an arrangement, a voice coil made up of the coil 13b and the magnet 13c is controlled such that the tactile sense causing section 13e is driven at a frequency corresponding to human perception. With this, the information indicative of hardness, flexibility, and the like of the target object is transferred to the operator's fingertip placed on the tactile sense causing section 13e. Furthermore, the holding power of the tactile sense causing section 13e is changed by changing the amount of electric current flowing through the voice coil. With this, when such a force is applied that the target object is crushed or smashed, the repulsive force from the target object is transferred to the operator's fingertip.

[0025] Such a tactile sense causing apparatus provides the operator with such sensory information that the operator feels as though he manipulated the target object directly with his hands. This solves such a current problem that the operator has a sense of dissociation, i.e., the operator does not feel the subtle tactile sense while using the operation systems to touch the target object. In addition, this ensures better functions and high-precision operability of the apparatus.

[0026] Basically, such a tactile sense causing apparatus is preferably provided on the control section for carrying out the control. However, when the tactile sense causing apparatus is provided on the control section, the tactile sense causing apparatus may impair the operability. Particularly, when the tactile sense causing apparatus is installed, for example, in another apparatus that is picked up with the operator's fingertips for the purpose of carrying out operation, the operator

touches the apparatus with the tactile sense exhibition apparatus interposed therebetween. Therefore, the demerit of remarkably deteriorating the operability of the apparatus may outweigh the merit of transmitting a sense of contact.

[0027] The present invention has been made in order to eliminate such a negative effect, and has an object to provide a tactile transmission apparatus, which does not impair operability of another apparatus, and which transfer, as a simulated tactile sense to an operator, tactile information obtained by making contact with a target object, thereby allowing the operator to easily and accurately perceive how an operation is going.

[0028]

[MEANS TO SOLVE THE PROBLEMS]

In order to attain such an object, a tactile transmission apparatus includes: (a) a tactile transmission unit, which includes (i) simulated tactile sense transmitting means capable of transmitting, as a simulated tactile sense, tactile information obtained by making contact with a target object incapable of being directly touched and (ii) driving means for driving the simulated tactile sense transmitting means; and (b) attaching means for attaching the tactile transmission unit to a part of a body of an operator so that the simulated tactile sense transmitting means makes contact with the body of the operator.

[0029]

[FUNCTIONS]

The simulated tactile sense transmitting means is driven by the driving means so that the tactile information obtained by making contact with the target object incapable of being directly touched is transmitted as the simulated tactile sense to the body of the operator via the tactile transmission unit attached

to the part of the body of the operator by the attaching means.

[0030]

[EMBODIMENTS]

A tactile transmission apparatus according to a first embodiment of the present invention will be described below with reference to Fig. 1. As illustrated in Figs. 1(A) and 1(B), the tactile transmission apparatus of the present embodiment includes: a tactile transmission unit which includes (i) simulated tactile sense transmitting means capable of transmitting, as a simulated tactile sense, tactile information obtained by making contact with a target incapable of being directly touched and (ii) driving means for driving the simulated tactile sense transmitting means; and attaching means for attaching the tactile transmission unit to a part of an operator's body so that the simulated tactile sense transmitting means makes contact with the operator's body.

...

[0042] In the following, a tactile transmission apparatus according to a second embodiment of the present invention will be described with reference to Fig. 2. As illustrated in Figs. 2(A) and 2(B), the present embodiment deals with modification of the tactile transmission unit applied to the first embodiment. Specifically, the tactile transmission apparatus of the present embodiment is arranged such that the simulated tactile sense transmitting means includes a transmission member 2c, which contains driving means described later, and which transmits, to the operator's body (finger), a vibration caused by an impact made by the driving means.

...

[0051] In the following, a tactile transmission apparatus according to a third embodiment of the present invention will be described with reference to Fig. 3. As illustrated in Figs. 3(A)

and 3(B), three arrangements each according to the second embodiment are provided on top of one another. That is, three insulating structure main bodies 3e, which are provided on top of one another, and which are attached to the finger, are each provided with tactile transmission units 3a, 3b, 3c, and 3d (see Fig. 3(b)). For example, the tactile transmission unit 3b contains the elastic body 2b. Since other arrangements of the third embodiment are identical to those of the second embodiment, the explanation thereof will be omitted.

...

[0057] In the following, a tactile transmission apparatus according to a fourth embodiment of the present invention will be described with reference to Fig. 4. The present embodiment deals with modification of the simulated tactile sense transmitting means and the driving means. The attaching means includes a ring-shaped insulating structure main body 4h and a size adjustment screw 4g. The insulating structure main body 4h contains the simulated tactile sense transmitting means and the driving means, and can be attached, for example, to the operator's finger. With the use of the size adjustment screw 4g, the insulating structure main body 4h can be adjusted to fit the operator's finger. With this, the simulated tactile sense transmitting means makes contact with the operator's finger.

[0058] As illustrated in Fig. 4, the simulated tactile sense transmitting means applied to the present embodiment includes a cylindrical member 4b, which is rotatably provided so as to cover an outer circumference of the driving means described later, and which transmits the vibration of the driving means to the operator's finger.

[0059] The driving means includes an elastic member 4a and four piezoelectric bodies 4c, 4d, 4e, and 4f (see Fig. 4(b)).

On an inner circumference of the elastic member 4a, the piezoelectric bodies 4c, 4d, 4e, and 4f are provided at regular intervals in the circumferential direction. Both ends of each of the piezoelectric bodies 4c, 4d, 4e, and 4f are supported by the structure main body 4h. When a voltage is applied to the piezoelectric bodies 4c, 4d, 4e, and 4f, the piezoelectric bodies 4c, 4d, 4e, and 4f vibrate so as to cause the elastic member 4a to vibrate (gyrate).

[0060] Each of the four piezoelectric bodies 4c, 4d, 4e, and 4f also functions as a shaft for converting turning-around of a rotor into a gyration. According to such an arrangement, when voltages having different phases and different frequencies are respectively applied to (i) a pair of the piezoelectric bodies 4c and 4e and (ii) a pair of the piezoelectric bodies 4d and 4f, the piezoelectric bodies 4c and 4e start to vibrate together and the piezoelectric bodies 4d and 4f start to vibrate together. The vibration thus generated is transmitted as a standing wave, to the elastic member 4a.

[0061] As a result, the elastic member 4a starts to vibrate in a unique mode, i.e., starts to gyrate like a jumping rope. The gyration is transmitted to the cylindrical member 4b when the elastic member 4a makes contact with an inner wall of the cylindrical member 4b. This causes the cylindrical member 4b to rotate.

[0062] Since the cylindrical member 4b is in direct contact with the operator's finger, the rotational movement of the cylindrical member 4b is transmitted directly to the operator's finger. That is, the gyration of the elastic member 4a is transmitted to the operator's finger via the cylindrical member 4b, and the operator perceives the transmitted gyration as a feel of movement, i.e., as a feel of the target object sliding on his finger.

[0063] Since the fourth embodiment exhibits effects identical to those of the first embodiment, the explanation thereof will be omitted. In the following, a tactile transmission apparatus according to a fifth embodiment of the present invention will be described with reference to Fig. 5.

[0064] As illustrated in Figs. 5(A), 5(B), and 5(C), the tactile transmission apparatus of the present embodiment includes: (a) a tactile transmission unit 5f which includes (i) simulated tactile sense transmitting means capable of transmitting, as a simulated tactile sense, tactile information obtained by making contact with a target object incapable of being directly touched, and (ii) driving means for driving the simulated tactile sense transmitting means; and (b) attaching means for attaching the tactile transmission unit 5f to the operator's wrist so that the simulated tactile sense transmitting means makes contact with the operator's body.

[0065] The simulated tactile sense transmitting means and the driving means have and exhibit the same functions and effects as those of the second embodiment (see Fig. 2(A)), and include a piezoelectric body 5a, an elastic body 5b, a transmission member 5c, a damping material 5d, and a terminal 5g. The piezoelectric body 5a vibrates in response to voltage application to the piezoelectric body 5a. The elastic body 5b moves in a predetermined direction upon receiving the vibration force of the piezoelectric body 5a. The transmission member 5c contains the piezoelectric body 5a and the elastic body 5b, and transmits the impetus of the elastic body 5b to the operator's wrist. The damping material 5d is incorporated in the transmission member 5c, and prevents the vibration of the piezoelectric body 5a from being transmitted to the transmission member 5c. The terminal 5g applies a predetermined driving signal (i.e., electric current) to the

piezoelectric body 5a.

[0066] The attaching means includes a belt 5e for attaching the tactile transmission unit 5f to the operator's wrist. The belt 5e can be adjusted in length to fit the operator's wrist.

[0067] According to such an arrangement, since the tactile transmission unit 5f is attached to the operator's wrist with the use of the belt 5e, the operator's palms and fingers become entirely free. As a result, the tactile information obtained by making contact with the target object can be transmitted as the simulated tactile sense to the operator, but operability of another apparatus is not impaired. Note that no explanation is given to those effects which are identical to those of the first embodiment.

[0068] In the following, a tactile transmission apparatus according to a sixth embodiment of the present invention will be described with reference to Fig. 6. As illustrated in Fig. 6, the present embodiment deals with modification of the tactile transmission unit and the attaching means. The attaching means includes an insulating main body 6c and a belt 6e. In the insulating main body 6c, two tactile transmission units 6a and 6b having the same arrangement as in the third embodiment (see Fig. 3(A)) are provided in parallel with each other. The belt 6e attaches the insulating main body 6c to the operator's wrist. Thus, since the two tactile transmission units 6a and 6b are provided at a regular interval, it is possible to realize functions identical to those of the third embodiment. That is, it is possible to express the tactile information obtained based on a "phantom sensation", i.e., an "apparent movement".

[0069] The present embodiment allows the operator's palms and fingers to be entirely free. Therefore, the tactile information obtained by making contact with the target object can be transmitted, as the simulated tactile sense, to the

operator, but operability of another apparatus is not impaired. Note that no explanation is given to those effects which are identical to those of the third embodiment.

[0070] In the following, a tactile transmission apparatus according to a seventh embodiment of the present invention will be described with reference to Fig. 7. As illustrated in Figs. 7(A) and 7(B), the present embodiment deals with modification of a tactile transmission unit 7e and the driving means. The tactile transmission unit 7e has an arrangement identical to that of the fourth embodiment. The attaching means includes a belt 7d for attaching the tactile transmission unit 7e to the operator's wrist. The belt 7d can be adjusted in length to fit the operator's wrist.

[0071] According to such an arrangement, piezoelectric bodies 7a provided on an inner circumference of an elastic member 7b so as to be placed at regular intervals in a circumferential direction are driven in synchronism with one another so that the elastic member 7b starts to gyrate like a jumping rope. The rotational movement produces torque. The torque is transmitted to a cylindrical member (not shown; see Fig. 4) making contact with the elastic member 7b. This causes the cylindrical member to rotate.

[0072] Since the cylindrical member is in direct contact with the operator's wrist, the rotational movement of the cylindrical member is transmitted directly to the operator's wrist. That is, the gyration of the elastic member 7b is transmitted to the operator's wrist via the cylindrical member, and the operator perceives the transmitted gyration as a feel of movement, i.e., as a feel of the target object sliding on his finger.

[0073] Since the seventh embodiment exhibits effects identical to those of the fourth embodiment, the explanation



thereof will be omitted. In the following, a tactile transmission apparatus according to an eighth embodiment of the present invention will be described with reference to Fig. 8.

[0074] As illustrated in Fig. 8, the present embodiment relates to modification of the driving means using the tactile transmission unit applied to the first embodiment. In Fig. 8, only components having the same arrangements as those of the first embodiment are given the same reference numerals.

[0075] The driving means applied to the present embodiment includes: tactile signal detecting means 8b capable of outputting a simulated tactile sense signal generated based on the detected tactile information obtained by making contact with the target object; and signal processing means 8a for driving simulated tactile sense transmitting means (see Fig. 1(A)) in accordance with the simulated tactile sense signal supplied from the tactile signal detecting means 8b.

[0076] The signal processing means 8a has a function of converting, into a signal for driving the simulated tactile sense transmitting means, the simulated tactile sense signal supplied from the tactile sense signal detecting means 8b, and outputting the converted signal. Normally, a vibration perception system of a human being requires larger amplitude when perceiving lower vibration frequencies as vibrations, but only requires small amplitude when perceiving higher vibration frequencies as vibrations. It is generally known that a human being can recognize, as vibrations, frequencies in a range of DC to approximately 1 kHz. Most easily perceivable frequencies lie within this range.

[0077] Therefore, the signal processing means 8a applied to the present embodiment is arranged in view of such a human sensory property. That is, the signal processing means 8a produces an optimal driving signal by converting, into the

signal for driving the simulated tactile sense transmitting means, the simulated tactile sense signal supplied from the tactile sense signal detecting means 8b. Further, the signal processing means 8a has the following function. That is, the signal processing means 8a stores, as data, preliminarily measured mechanical properties for the target object. The signal processing means 8a calculates a degree of transformation of the touched target object. The calculation is carried out in accordance with (i) the data and (ii) the contact force outputted from the tactile sense signal detecting means 8b. The signal processing means 8a displays the calculated degree.

[0078] That is, the signal processing means 8a has a function of (i) adjusting vibration amplitude and vibration frequencies so that a degree of contact or a change in contact corresponds to the human vibration perception property, and (ii) outputting the signal thus adjusted. That is, the signal processing means 8a carries out a process of converting various types of tactile information into a signal by which the tactile information is expressed as the simulated tactile sense. The tactile information is obtained by making contact with the target object. Examples of the tactile information include (i) the hardness and flexibility of the target object, (ii) the feel of movement, and (iii) the surface roughness of the target object. Moreover, the driving signal supplied from the signal processing means 8a causes the simulated tactile sense transmitting means 8b to drive, with the result that the simulated tactile sense is transmitted to the operator.

[0079] According to the present embodiment, calculation processing of an optimal driving parameter is carried out in accordance with the signal supplied from the tactile sense signal detecting means 8b. In accordance with the result of the calculation processing, the simulated tactile sense transmitting

means is driven. This makes it possible to accurately transmit the simulated tactile sense to the operator.

[0080] The present invention is not limited to the arrangements of the foregoing embodiments, and may be arranged, for example, in the following manner.

(1) A tactile transmission apparatus, comprising: a tactile transmission unit which includes (i) simulated tactile sense transmitting means capable of transmitting, as a simulated tactile sense, tactile information obtained by making contact with a target object incapable of being directly touched and (ii) driving means for driving the simulated tactile sense transmitting means; and

attaching means for attaching the tactile transmission unit to a part of a body of an operator so that the simulated tactile sense transmitting means makes contact with the body of the operator.

[0081] According to such an arrangement, by causing the driving means to drive the simulated tactile sense transmitting means, the tactile information obtained by making contact with the target object incapable of being directly touched can be transmitted, as the simulated tactile sense, to the body of the operator via the tactile transmission unit attached to the part of the body of the operator by the attaching means.

[0082] In this tactile transmission apparatus, the tactile transmission unit can be attached to the part of the body of the operator by the attaching means. Therefore, the tactile information obtained by making contact with the target object can be transmitted to the operator as the simulated tactile sense, but operability of another apparatus is not impaired. Further, the apparatus makes it possible to eliminate the sense of dissociation seen in the prior art. This makes it possible to accurately tell the operator how the operation is going. This

allows an operability improvement of the apparatus.

(2) The tactile transmission apparatus as set forth in (1), wherein the attaching means is provided with fastening means for fastening the tactile transmission unit to a finger of the operator so that the operability of the apparatus is not impaired.

[0083] According to such an arrangement, the tactile transmission unit is fastened to the finger of the operator with the use of the fastening means so that the operability of the apparatus is not impaired. Because the tactile transmission apparatus includes the fastening means for fastening the tactile transmission unit to the finger of the operator as such, the operator can save his fingertips for normal machine operations. As a result, the tactile information obtained by making contact with the target object can be transmitted to the operator as the simulated tactile sense, but the operability of the apparatus is not impaired.

(3) The tactile transmission apparatus as set forth in (1), wherein the attaching means is provided with fastening means for fastening the tactile transmission unit to a wrist of the operator so that the operability of the apparatus is not impaired.

[0084] According to such an arrangement, the tactile transmission unit is fastened to the wrist of the operator by the fastening means so that the operability of the apparatus is not impaired. Because the tactile transmission apparatus includes the fastening means for fastening the tactile transmission unit to the wrist of the operator as such, the operator can save his fingertips and entire palms for normal machine operations. As a result, the tactile information obtained by making contact with the target object can be transmitted to the operator as the simulated tactile sense, but

the operability of the apparatus is not impaired.

(4) The tactile transmission apparatus as set forth in (1), wherein the driving means includes an electromagnetic actuator for directly transmitting the tactile information as the simulated tactile sense to the operator's body with the use of a protrusion and a vibration of the electromagnetic actuator, the electromagnetic actuator including a permanent magnet, a yoke, and a coil.

#### [BRIEF DESCRIPTION OF DRAWINGS]

Fig. 1(A) is an enlarged view illustrating a main arrangement of a tactile transmission apparatus according to a first embodiment of the present invention. Fig. 1(B) is a diagram schematically illustrating a whole arrangement of the tactile transmission apparatus.

Fig. 2(A) is an enlarged view illustrating a main arrangement of a tactile transmission apparatus according to a second embodiment of the present invention. Fig. 2(B) is a diagram schematically illustrating a whole arrangement of the tactile transmission apparatus.

Fig. 3(A) is a perspective view illustrating an operator's finger equipped with a tactile transmission apparatus according to a third embodiment of the present invention. Fig. 3(B) is a cross-sectional view of the tactile transmission apparatus.

Fig. 4(A) is a diagram schematically illustrating a whole arrangement of a tactile transmission apparatus according to a fourth embodiment of the present invention. Fig. 4(B) is a cross-sectional view illustrating stimulated tactile sense transmitting means and driving means.

Fig. 5(A) is a perspective view schematically illustrating a whole arrangement of a tactile transmission apparatus according to a fifth embodiment of the present invention. Figs.

5(B) and 5(C) are perspective views illustrating the operator's wrist equipped with the tactile transmission apparatus.

Fig. 6 is a perspective view illustrating the operator's wrist equipped with a tactile transmission apparatus according to a sixth embodiment of the present invention.

Fig. 7(A) is a perspective view schematically illustrating a whole arrangement of a tactile transmission apparatus according to a seventh embodiment of the present invention. Fig. 7(B) is a perspective view illustrating the operator's wrist equipped with the tactile transmission apparatus.

Fig. 8 is a diagram schematically illustrating a whole arrangement of a tactile transmission apparatus according to an eighth embodiment of the present invention.

Fig. 9(A) is a diagram schematically illustrating an arrangement of a microscope provided with a micromanipulator. Fig. 9(B) is a partially enlarged view illustrating a needle making contact with a cell sucked and held by a pipette.

Fig. 10 is a diagram schematically illustrating an arrangement of a robotic manipulator system.

Fig. 11(A) is a diagram schematically illustrating a whole arrangement of a pair of straight grasping forceps serving as a medical treatment instrument. Fig. 11(B) is an enlarged view of a tip of the straight grasping forceps.

Fig. 12 is a diagram illustrating that an outer wall of an endoscope is pressed against an inner wall of a patient's organ.

Fig. 13 is a cross-sectional view schematically illustrating an arrangement of a tactile sense causing apparatus for transmitting, to the operator's fingertip, information indicative of hardness, flexibility, and the like of the target object.

#### [DESCRIPTION OF REFERENCE NUMERALS]

1a ---Permanent magnet, 1b---Yoke, 1c---Coil, 1d---Insulating

structure main body, 1e...Elastic member, 1f...Size adjustment screw.

Figures 8 and 10

8a	SIGNAL PROCESSING MEANS
8b	TACTILE SIGNAL DETECTING MEANS
10h	COMPUTER
10i	COMPUTER
10j	MASTER ARM CONTROL SECTION
10k	SLAVE ARM CONTROL SECTION
10m	OPERATING ENVIRONMENT SIMULATOR
10n	TASK ENVIRONMENT SIMULATOR

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-266263

(43) 公開日 平成7年(1995)10月17日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

B 2 5 J 3/00

G 0 1 D 5/00

識別記号

A

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平6-57506

(22) 出願日 平成6年(1994)3月28日

(71) 出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72) 発明者 浅野 武夫

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ

ンパス光学工業株式会社内

(72) 発明者 西村 久

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ

ンパス光学工業株式会社内

(72) 発明者 前沢 峰雪

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ

ンパス光学工業株式会社内

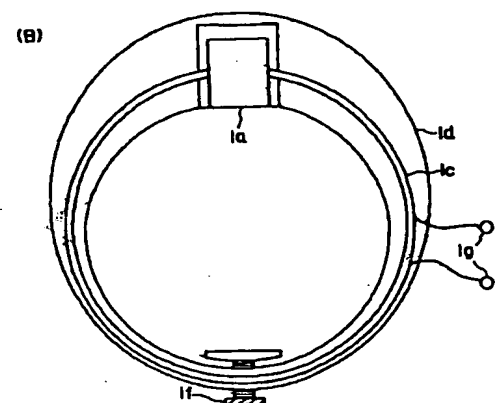
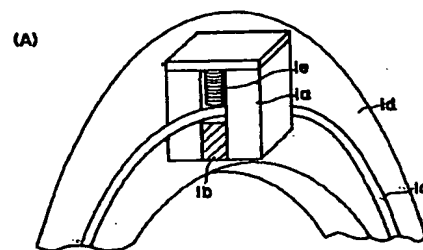
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54) 【発明の名称】 触覚伝達装置

(57) 【要約】

【目的】 他の装置の操作性を阻害することなく、対象物に対する接触状況を疑似触覚として操作者に伝達することによって、操作状況を容易且つ正確に知覚し得る触覚伝達装置を提供する。

【構成】 直接触れることができない対象物に対する接触状況を疑似触覚として伝達可能な疑似触覚伝達手段、及び、この疑似触覚伝達手段を駆動させる駆動手段を備えた触覚伝達ユニット（永久磁石 1 a、ヨーク 1 b、コイル 1 c、弾性部材 1 e、端子 1 g）と、上記疑似触覚伝達手段が操作者の体に接触するように、上記触覚伝達ユニットを上記操作者の体の一部に保持させる保持手段（絶縁性構造体本体 1 d、サイズ調整ネジ 1 f）とを具備する。





## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 直接触れることができない対象物に対する接触状況を疑似触覚として伝達可能な疑似触覚伝達手段、及び、この疑似触覚伝達手段を駆動させる駆動手段を備えた触覚伝達ユニットと、前記疑似触覚伝達手段が操作者の体に接触するように、前記触覚伝達ユニットを前記操作者の体の一部に保持させる保持手段とを具備していることを特徴とする触覚伝達装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、直接触れることができない対象物を操作する際に、その対象物に対する接触情報を人間の触覚器官に伝達する触覚伝達装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来から直接触れることができない微細対象物を間接的に操作する装置や極限環境下で作業を行うことができる装置が知られている。このような装置には、操作者が操作を行う操作部と、この操作部の操作によって例えばマニピュレータ等が対象物に対して直接作業を行う動作部とが設けられている。

【0003】図9には、マイクロマニピュレータが設けられた顕微鏡の全体の構成が概略的に示されている。図9(A)、(B)に示すように、この顕微鏡には、顕微鏡本体9aと、この顕微鏡本体9aに設けられ、例えば受精卵等の微細な細胞9b(微細対象物)を所定位置に吸引固定するピペット9cと、このピペット9cによって吸引固定された細胞9bに試薬を注入したり又は異なる遺伝情報を持った遺伝子を注入することが可能な刺針9dとが設けられている。また、顕微鏡本体9aには、顕微鏡で観察しながら、ピペット9c及び刺針9dを操作可能なピペット用ジョイスティック9f及び刺針用ジョイスティック9eが設けられている(従来例1)。

【0004】このような構成によれば、ピペット用ジョイスティック9f及び刺針用ジョイスティック9eを操作することによって、ピペット9cによって吸引固定された細胞9bに対して、刺針9eを介して所定の細胞微細操作が行われる(詳しくは、計測と制御; Vol.23, No. 9 P32-38 細胞微細操作; 鹿野 参照)。

【0005】また、図10には、ロボットのマニピュレータシステムの構成が概略的に示されている。図10に示すように、マニピュレータシステムは、操作者の腕をセット可能なマスターアーム10fと、操作者の腕の動きに対応して動作可能なスレイブアーム10cと、操作者の腕の動きを信号化して出力する第1のコンピュータ10hと、この第1のコンピュータから出力された信号に基づいて、スレイブアーム10cを動作させる第2のコンピュータ10iとを備えている(従来例2)。

【0006】マスターアーム10fには、センサ(図示しない)が内蔵された複数の関節部10dと、操作者の

腕をホールドして、この腕の動きを複数の間接部10dに伝達する固定部材10gと、複数の間接部10dの自由端側に設けられ、腕の動きに応じて且つ追従して移動する処置部10eとが設けられている。

【0007】第1のコンピュータ10hには、上記センサによって検出された腕の動き(即ち、複数の間接部10dの動き)に対応した操作信号に所定の信号処理を施すマスターアーム制御部10j及び操作環境シミュレータ10mが内蔵されている。

10 【0008】第2のコンピュータ10iには、第1のコンピュータ10hから出力された信号に所定の信号処理を施すスレイブアーム制御部10k及びタスク環境シミュレータ10nが内蔵されている。

【0009】スレイブアーム10cには、センサ(図示しない)が内蔵された複数の間接部10aと、これら複数の間接部10aの自由端側に固定された処置部10bとが設けられており、複数の間接部10aは、第2のコンピュータ10iから出力された信号によって処置部10bを所定の対象物M方向に移動させて、その対象物Mに所定の処置を施すことが可能に構成されている。

20 【0010】このような構成によれば、操作者がマスターアーム10fに腕をホールドし、任意に動かすことによって、その動作状態がセンサによって検出される。このとき検出された動作信号に基づいて、第1及び第2のコンピュータ10h、10iがスレイブアーム10cを駆動させる。即ち、操作者の動作は、マスターアーム10fを介してスレイブアーム10cで再現されることになる。

30 【0011】このとき、スレイブアーム10cによって移動した処置部10bが、対象物Mから外力を受けた場合、その外力は、スレイブアーム10c及びマスターアーム10fを介して操作者の腕に直接力となって作用する。

【0012】このような一連のマニピュレータシステムは、ロボットのマニピュレータシステムを始めとして現在数多く発表されている。また、図11には、医療用処置具である把持鉗子11aの構成が概略的に示されている。

【0013】図11(A)、(B)に示すように、把持鉗子11aは、例えばトラカール等を介して体腔内に挿入される挿入部11bと、この挿入部11bの先端部に設けられた鉗子部11cと、挿入部11bの基端部に設けられた操作部11dとを備えている(従来例3)。

【0014】鉗子部11cには、互いに回動自在に支持された一対の鉗子部材11e、11fが設けられている。また、操作部11dには、一対の鉗子部材11e、11fを開閉操作するように、挿入部11bの基端部に固定された固定操作ハンドル11gと、この固定操作ハンドル11gに対して回動自在に設けられた可動操作ハンドル11hとが設けられている。

【0015】このような構成によれば、可動操作ハンドル11hを回動操作して、挿入部11b内の操作軸（図示しない）を前後方向にスライドさせることによって、リンク機構（図示しない）を介して一对の鉗子部材11e、11fが開閉される。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来例1（図9参照）の顕微鏡において、ピベット9cや刺針9d等の動作系の動作は3次元であるにもかかわらず、顕微鏡の観察画像は2次元画像であって奥行き情報は像のピント情報でしか得ることができない。従って、これら動作系が微細対象物に正確に接触しているか否かの情報は、観察画像から正確に判断でき難いといった問題が生じる。即ち、動作系を正確に微細対象物に接触させるためには、ある程度の熟練を必要とするため、観察効率及び処理効率が低下するといった問題も発生する。

【0017】更に、医療やバイオ分野等の研究対象は、細胞から細胞内物質へ、より微細な対象物に変化している。このため、対象物の観察及び操作部位は、益々微小化する傾向にあり、これに伴って、マニピュレータの操作もより高度で正確な操作が要求されるようになってきた。

【0018】また、従来例2（図10参照）のマニピュレータシステムでは、対象物Mの硬さや柔らかさ等の情報をマスタに表現することが困難であるため、例えば通常の人間が物体を把持する際に感じる微妙な感触を再現することはできない。対象物の搬送等のおおまかな動作状況の再現については、従来例2のシステムで充分対処できるが、精密で微細な動作や判断が要求されるマイクロマニピュレータ等の技術領域において、抵抗感表示に基づく操作性の向上や把持対象物の正確な認識を望むには不十分である。

【0019】また、従来例3（図11参照）において、把持鉗子11aの機構上、微妙な操作感が得られないため、熟練した操作者でさえ、腹腔鏡の観察像を見ながら一对の鉗子部材11e、11fの開閉度、組織の把持及び剥離状況を確認するといった非常に慎重で正確な操作が要求される。このため、処置効率が低下してしまうといった問題が生じる。

【0020】また、体腔内に挿入される内視鏡についても、鉗子と同様の問題がある。即ち、図12に示すように、先端部を介して観察される画像情報及び挿入時の抵抗のみを頼りに挿入操作を行っている現在の内視鏡12では、内視鏡12の外壁が患者の器官内壁を圧迫して生じる苦痛を予測しながら内視鏡12を操作及び挿入することは現状困難である。また、現状の内視鏡12の装置構成では、どの程度の圧迫を与えると患者は苦痛を感じるのかという圧迫レベルと患者の感じる苦痛との間の相関関係を操作情報として入手するのは不可能である。

【0021】このように、従来例1～3の構成では、操

作時に対象物又は組織にマニピュレータがどのような状態で接触しているのか、あるいは、対象物をどれくらいの力で把持しているのかという接触状態もしくは把持状態を確認すること、及び、対象物の表面粗さや表面温度等の各種の接触情報を得ることができなかった。

【0022】つまり、従来例1～3では、対象物に対する触覚情報や把持状態、対象物の表面粗さや表面温度等の各種の触覚情報を操作者（術者）にフィードバックすることが行われていないため、人間の触覚に基づく微妙で且つ正確な操作を行うことができなかった。

【0023】そこで、このような問題を解決するために、例えば特願平5-007196号公報に開示されたような触覚呈示装置の提案が成されている。即ち、この触覚呈示装置には、図13に示すように、台座13aと、この台座13a上に設けられた磁石13cと、この磁石13c内に設けられたコイル13bと、このコイル13bを支持するストッパ13dと、コイル13b上に設けられた触覚呈示部13eとを備えた電気-機械変換トランスデューサが構成されている。

【0024】このような構成によれば、コイル13b及び磁石13cで構成されたボイスコイルを制御して、触覚呈示部13eを人間の知覚に応じた周波数で駆動させることによって、触覚呈示部13e上に載置された操作者の指先に、対象物の硬さや柔らかさ等の情報が伝達される。更に、上記ボイスコイルに流れる電流量を変化させて、触覚呈示部13eが有する保持力を変化させることによって、対象物を圧潰又は粉碎するような力が加えられた際、その対象物からの反発力が操作者の指先に伝達される。

【0025】このような触覚呈示装置によれば、操作者には、あたかも自分の手によって実際に対象物を直接操作しているような感覚情報が伝達される。このため、現状問題となっている操作の乖離感が無くなると共に、装置の機能向上と高精度な操作性を確保することが可能となる。

【0026】しかしながら、このような触覚呈示装置は、本来、操作が行われる操作部位に設置することが望ましいが、操作部位に設置したために、逆に操作性が悪化してしまう場合もある。特に、触覚呈示装置を例えば指先で摘みながら操作するような他の装置に取り付けた場合、触覚呈示装置を介して装置に触れることとなるため、接触感の伝達に基づくメリットに比べて、装置自体の操作性が著しく悪化することに伴うデメリットの方が大きくなりかねない。

【0027】本発明は、このような弊害を除去するためになされており、その目的は、他の装置の操作性を阻害することなく、対象物に対する接触状況を疑似触覚として操作者に伝達することによって、操作状況を容易且つ正確に知覚し得る触覚伝達装置を提供することにある。

【0028】

【課題を解決するための手段】このような目的を達成するために、本発明の触覚伝達装置は、直接触れることができない対象物に対する接触状況を疑似触覚として伝達可能な疑似触覚伝達手段、及び、この疑似触覚伝達手段を駆動させる駆動手段を備えた触覚伝達ユニットと、前記疑似触覚伝達手段が操作者の体に接触するように、前記触覚伝達ユニットを前記操作者の体の一部に保持させる保持手段とを具備する。

【0029】

【作用】保持手段によって触覚伝達ユニットを操作者の体の一部に保持させた状態において、駆動手段によって疑似触覚伝達手段を駆動させることによって、直接触れることができない対象物に対する接触状況は、疑似触覚として操作者の体に伝達される。

【0030】

【実施例】以下、本発明の第1の実施例に係る触覚伝達装置について、図1を参照して説明する。図1(A)、(B)に示すように、本実施例の触覚伝達装置は、直接触れることができない対象物に対する接触状況を疑似触覚として伝達可能な疑似触覚伝達手段、及び、この疑似触覚伝達手段を駆動させる駆動手段を備えた触覚伝達ユニットと、上記疑似触覚伝達手段が操作者の体に接触するように、上記触覚伝達ユニットを上記操作者の体の一部に保持させる保持手段とを具備する。

【0031】本実施例では、疑似触覚伝達手段自身が駆動手段としての機能も有しており、駆動手段は、永久磁石1a及びこの永久磁石1aに接触して配置されたヨーク1bによって構成された磁気回路と、この磁気回路中に配置された弾性部材1eと、磁気回路で形成される磁界に直交して配置されたコイル1cと、このコイル1cに所定の駆動信号（即ち、電流）を印加させる端子1gとを備えている。

【0032】そして、永久磁石1a、ヨーク1b及びコイル1cから成る電磁型アクチュエータが構成されている。保持手段は、上記疑似触覚伝達手段即ち駆動手段を内蔵し且つ操作者の例えば指に装着可能な指輪状の絶縁性構造体本体1dと、上記疑似触覚伝達手段即ち駆動手段が操作者の指に接触するように、操作者の指の太さに応じて装着状態を適切に調整可能なサイズ調整ネジ1fとを備えている。

【0033】次に、本実施例の動作を説明する。保持手段によって触覚伝達ユニットを操作者の体の一部に保持させた状態において、駆動手段即ち疑似触覚伝達手段自身を駆動させることによって、直接触れることができない対象物に対する接触状況は、疑似触覚として操作者の体に伝達される。

【0034】即ち、端子1gを介してコイル1cに電流が印加されると、この電流と上記磁気回路内で形成される磁界との間にフレミング左手の法則による力が発生する。ここで、例えば、コイル1cが構造体本体1d内に

固定されているとすると、上記力を受けて上記磁気回路が移動することになる。

【0035】この発生する力の方向は、電流印加方向と磁気回路の磁界方向を適宜選択的に切り換えることによって最適化することができる。この結果、駆動手段即ち疑似触覚伝達手段自身が操作者の指の皮膚表面方向に駆動して、直接、操作者の指に疑似触覚としての力を伝達することが可能となる。

【0036】疑似触覚の伝達方法としては、例えば、対象物に対する接触力の変化は、触覚情報信号検出手段（図示しない）で検出された触覚感を上記疑似触覚伝達手段を介して振動の周波数変化として呈示し、また、対象物に対する押圧力の変化は、予め測定された対象物の機械的特性と上記触覚情報信号検出手段で検出された接触力とに基づいて、信号処理手段（図示しない）によって対象物の変形状態（即ち、押圧感）を計算し、その計算データを疑似触覚伝達手段を介して振動のオフセット変化として呈示する方法がある。

【0037】つまり、本実施例において、上記電磁型アクチュエータを利用することによって、本触覚伝達装置が装着された操作者の指に、上記疑似触覚伝達手段の振動に基づく動的な疑似触覚、あるいは、コイル1cに印加する電流のオフセット変化に基づく静的な疑似触覚を直接伝達することができる。

【0038】このように本実施例の触覚伝達装置は、指輪状を成しており、通常の機器操作に必要な指先を解放させておくことができるため、他の装置の操作性を阻害することなく、対象物に対する接触状況を疑似触覚として操作者に伝達することが可能となる。また、本実施例によれば、従来技術に存在したような乖離感を無くすることができるため、操作者に対して操作状況を正確に伝達させることが可能となる。この結果、装置の操作性の向上が達成される。

【0039】また、本実施例に適用された上記電磁型アクチュエータは、特に応答感度が高く且つDC的動作が可能という点で最適である。更に、かかる電磁型アクチュエータを用いることによって、上記のような接触感と押圧感の双方を操作者の指に伝達することが可能となる。

【0040】また、一般的な電磁型アクチュエータにおいて、印加電流、磁界強度及び発生力の間には、線形関係が存在するため、装置の大きさと発生力との間には、トレードオフの関係が存在する。このような電磁型アクチュエータを本実施例の触覚伝達装置に適用した場合、上記疑似触覚伝達手段の機械的運動を操作者に感覚として充分認識させる必要上、装置の大きさには制限が課せられる。つまり、単に装置を小型化しても、その装置からの発生力は、操作者が感覚として認識可能な範囲を下回った極めて微弱なものとなる。

【0041】しかしながら、本実施例によれば、上記電

10

20

30

40

50

気回路を十分に小型化しても、コイル 1 c の寸法は、構造体本体 1 d の径に沿ったある程度の大きさを確保することが可能であるため、発生力を操作者が感覚として認識可能な範囲内に維持させることができる。

【0042】次に、本発明の第 2 の実施例に係る触覚伝達装置について、図 2 を参照して説明する。図 2

(A)、(B) に示すように、本実施例の触覚伝達装置は、上記第 1 の実施例に適用された触覚伝達ユニットの改良に係り、疑似触覚伝達手段は、後述する駆動手段を内蔵し且つ駆動手段によって与えられ衝撃に起因した振動を操作者の体（指）に伝達する伝達部材 2 c を備えている。

【0043】駆動手段は、電圧を印加することによって振動する圧電体 2 a と、この圧電体 2 a の振動力を受けて所定方向に自由運動可能な弾性体 2 b と、圧電体 2 a の振動が伝達部材 2 c に伝達されないように阻止するダンピング材 2 d と、圧電体 2 a に所定の駆動信号（即ち、電流）を印加させる端子 2 g とを備えている。

【0044】保持手段は、上記疑似触覚伝達手段及び駆動手段を操作者の例えば指に装着可能な指輪状の絶縁性構造体本体 2 e と、上記疑似触覚伝達手段が操作者の指に適切に接触するように、操作者の指の太さに応じて装着状態を適切に調整可能なサイズ調整ネジ 2 f とを備えている。

【0045】ある周波数の電圧を印加することによって圧電体 2 a を振動させる場合、通常、圧電体 2 a の加振には、kHz オーダの共振周波数が最適であり、現実的には、数 100 Hz 程度までの振動駆動には不向きであることは既知である。

【0046】通常、人間は、DC から 1 kHz 程度までは振動として認識できることが知られている。そのため、圧電体 2 a の高周波振動を直接操作者の体に伝達することは不合理であり、例えば電気-機械変換素子として圧電体を触覚伝達装置に用いる場合には、何等かの方法で振動周波数を下げる必要がある。

【0047】本実施例によれば、所定周波数の電圧を印加して圧電体 2 a を振動させると、その振動力は、弾性体 2 b に伝達される。この結果、弾性体 2 b は、圧電体 2 a の振動方向と同方向に自由運動を開始する。運動エネルギーの増加に伴って、この弾性体 2 b は、ある条件の下に跳躍運動を開始する。

【0048】この跳躍運動によって、弾性体 2 b は、運動の境界として設置された伝達部材 2 c に衝突した後、反射させられる。このとき伝達部材 2 c に加えられた衝突（衝撃）力は、操作者の指に接触している伝達部材 2 c を介して操作者の指に伝達される。このような衝突は、圧電体 2 a が振動し続けている間、繰り返し行われるため、操作者には、継続的振動としての疑似触覚が伝達されることになる。

【0049】このような継続的振動は、圧電体 2 a 自身

の振動周期よりも遅い周期で繰り返されるため、実際に指に伝達される振動周波数を低く抑えることができる。この振動周波数のエネルギー交換効率、弾性体 2 b の機械的属性に応じて変化するため、弾性体 2 b の構成材料を適宜選択することによって、指に伝達する振動周波数を最適化させることが可能となる。

【0050】なお、本実施例の疑似触覚の伝達方法は、上記第 1 の実施例と同様であるため、その説明は省略する。また、本実施例の他の効果も上記第 1 の実施例と同様であるため、その説明は省略する。

【0051】次に、本発明の第 3 の実施例に係る触覚伝達装置について、図 3 を参照して説明する。図 3

(A)、(B) に示すように、本実施例には、上記第 2 の実施例の構成を 3 層に並列接続して適用されている。即ち、指に 3 層に積層して装着された絶縁性構造体本体 3 e には、夫々、上記第 2 の実施例と同様の疑似触覚伝達手段を備えた触覚伝達ユニット 3 a、3 b、3 c、3 d（図 3（B）参照）が設けられている。例えば、触覚伝達ユニット 3 b には、弾性体 2 b が内蔵されている。なお、他の構成については、図 2（A）と同一であるため、その説明は省略する。

【0052】ここで、2 つの疑似触覚伝達手段を同時に駆動させた場合、これら疑似触覚伝達手段が伝達するエネルギー（刺激強度、周波数等）を互いに変化させると、夫々の装置本来の運動位置とは異なった位置で運動が伝達されているように認識される。この現象は、「ファントムセンセーション」あるいは「仮現運動」として知られている。

【0053】本実施例の触覚伝達装置は、この「ファントムセンセーション」あるいは「仮現運動」を利用して構成されている。例えば、今、疑似触覚伝達手段 3 a、3 b が同時に同じ力（同じ振幅、同じ周波数）で駆動したと仮定する。このとき、触覚伝達装置を装着している操作者は、疑似触覚伝達手段 3 a、3 b の 2 点からの振動感覚を認識するのではなく、これら 2 点の中間位置から振動感覚が伝達されていると認識する。この場合、かかる 2 点の伝達エネルギーの比が 2 対 1 の場合には、操作者が認識する振動感覚の伝達位置は、2 点間の距離のうち、疑似触覚伝達手段 3 a から 2/3 だけ離れた位置となる。

【0054】この現象を利用した本実施例の触覚伝達装置において、限られた個数の疑似触覚伝達手段を的確に駆動制御することによって、振動感覚（疑似触覚情報）として伝達される刺激部位を、疑似触覚伝達手段の実際の設置位置にかかわらず、広範に変化させることが可能となる。

【0055】この場合、伝達する刺激が隣り合う疑似触覚伝達手段に移行するように、時間的に駆動制御することによって、例えば疑似触覚伝達手段 3 a の位置から疑似触覚伝達手段 3 b の位置へ、あたかも刺激が順次移動

するような感覚を伝達することが可能になり、移動感も表現することができる。

【0056】なお、本実施例の疑似触覚の伝達方法は、上記第1の実施例と同様であるため、その説明は省略する。また、本実施例の他の効果も上記第1の実施例と同様であるため、その説明は省略する。

【0057】次に、本発明の第4の実施例に係る触覚伝達装置について、図4を参照して説明する。本実施例は、疑似触覚伝達手段及び駆動手段の改良に係り、保持手段としては、上記疑似触覚伝達手段及び駆動手段を内蔵し且つ操作者の例えば指に装着可能な指輪状の絶縁性構造体本体4hと、上記疑似触覚伝達手段が操作者の指に接触するように、操作者の指の太さに応じて装着状態を適切に調整可能なサイズ調整ネジ4gとを備えている。

【0058】図4に示すように、本実施例に適用された疑似触覚伝達手段は、後述する駆動手段の外周を覆って回転自在に配置され且つ駆動手段の振動を操作者の指に伝達する筒状部材4bを備えている。

【0059】駆動手段は、弾性部材4aと、この弾性部材4aの周面内に周方向に等間隔で配置され且つ両端が構造体本体4hに支持された4つの圧電体4c、4d、4e、4f（図4（B）参照）とを備えており、圧電体4c、4d、4e、4fに電圧を印加して圧電体4c、4d、4e、4fを振動させることによって、弾性部材4aが振動（屈曲回転運動）するように構成されている。

【0060】なお、4つの圧電体4c、4d、4e、4fは、言わばロータの変形を屈曲回転運動に変換するための軸としての機能も有する。このような構成によれば、互いに異なる位相で適当な周波数の電圧を印加すると、圧電体4c及び4e、圧電体4d及び4fが、夫々組になって振動を開始する。このとき発生した振動は、弾性部材4aに定在波として伝搬する。

【0061】この結果、弾性部材4aは、その固有モードで振動を開始し、あたかも縄跳びの縄のような屈曲回転運動を開始する。かかる屈曲回転運動は、弾性部材4aが筒状部材4bの内壁と接触することによって、筒状部材4bに伝搬され、この筒状部材4bを回転させる。

【0062】筒状部材4bは、操作者の指に直接接触しているため、筒状部材4bの回転運動は、直接、指に伝達される。即ち、弾性部材4aの屈曲回転運動は、筒状部材4bを介して操作者の指に伝達され、操作者には、指上を滑る感覚（移動感）として知覚される。

【0063】このような実施例の効果は、上記第1の実施例と同様であるため、その説明は省略する。次に、本発明の第5の実施例に係る触覚伝達装置について、図5を参照して説明する。

【0064】図5（A）、（B）、（C）に示すように、本実施例の触覚伝達装置は、直接触れることができ

ない対象物に対する接触状況を疑似触覚として伝達可能な疑似触覚伝達手段、及び、この疑似触覚伝達手段を駆動させる駆動手段を備えた触覚伝達ユニット5fと、上記疑似触覚伝達手段が操作者の体に接触するように、触覚伝達ユニット5fを上記操作者の手首に保持させる保持手段とを具備する。

【0065】疑似触覚伝達手段及び駆動手段は、上記第2の実施例（図2（A）参照）と同様の作用効果を奏し、電圧を印加することによって振動する圧電体5aと、この圧電体5aの振動力を受けて所定方向に運動する弾性体5bと、これら圧電体5a及び弾性体5bを内蔵し且つ弾性体5bの運動力を操作者の手首に伝達する伝達部材5cと、この伝達部材5cに内蔵され且つ圧電体5aの振動が伝達部材5cに伝達されないように阻止するダンピング材5dと、圧電体5aに所定の駆動信号（即ち、電流）を印加させる端子5gとを備えている。

【0066】なお、保持手段は、触覚伝達ユニット5fを操作者の手首に保持させるベルト5eを備えている。なお、このベルト5eは、操作者の手首の太さに応じて、適宜、その長さが調整可能に構成されている。

【0067】このような構成によれば、触覚伝達ユニット5fは、ベルト5eによって手首に装着されるため、操作者の手のひら全体及び全ての指を解放させることができる。この結果、他の装置の操作性を全く阻害することなく、対象物に対する接触状況を疑似触覚として操作者に伝達することが可能となる。他の効果は、第1の実施例と同様であるため、その説明は省略する。

【0068】次に、本発明の第6の実施例に係る触覚伝達装置について、図6を参照して説明する。図6に示すように、本実施例は、触覚伝達ユニット及び保持手段の改良に係り、保持手段には、上記第3の実施例（図3（A）参照）と同一の構成を有する2つの触覚伝達ユニット6a、6bを並列保持した絶縁性保持手段本体6cと、この保持手段本体6cを操作者の手首に保持させるベルト6eとが設けられている。このように、2つの触覚伝達ユニット6a、6bを一定間隔で並列させることによって、上記第3の実施例と同様の作用、即ち「ファントムセンセーション」あるいは「仮現運動」に基づく接触状況の表現を実現することが可能となる。

【0069】本実施例によれば、操作者の手のひら全体及び全ての指を解放させることができるため、他の装置の操作性を全く阻害することなく、対象物に対する接触状況を疑似触覚として操作者に伝達することが可能となる。他の効果は、第3の実施例と同様であるため、その説明は省略する。

【0070】次に、本発明の第7の実施例に係る触覚伝達装置について、図7を参照して説明する。図7

（A）、（B）に示すように、本実施例は、触覚伝達ユニット7e及び保持手段の改良に係り、触覚伝達ユニット7eは、上記第4の実施例（図4参照）と同一の構成

を有し、保持手段は、触覚伝達ユニット 7 e を操作者の手首に保持させるベルト 7 d を備えている。なお、このベルト 7 d は、操作者の手首の太さに応じて、適宜、その長さが調整可能に構成されている。

【0071】このような構成によれば、弾性部材 7 b の周面内に周方向に等間隔で設けられた圧電体 7 a を調和させて駆動させることによって、弾性部材 7 b はあたかも縄跳びの縄のような屈曲回転運動を開始する。この回転運動によって弾性部材 7 b と接触した筒状部材（特に、図示しないが、図 4 参照）に回転力が伝達され、筒状部材を回転させる。

【0072】筒状部材は、操作者の手首に直接接触しているため、筒状部材の回転運動は、直接手首に伝達される。即ち、弾性部材 7 b の屈曲回転運動は、操作者にとって筒状部材を介して指上を滑る感覚（移動感）として知覚される。

【0073】このような実施例の他の効果は、上記第 4 の実施例と同様であるため、その説明は省略する。次に、本発明の第 8 の実施例に係る触覚伝達装置について、図 8 を参照して説明する。

【0074】図 8 に示すように、本実施例は、第 1 の実施例に適用された触覚伝達ユニット（図面上に表された第 1 の実施例と同一構成のみ同一符号を付す）を用いた駆動手段の改良に関する。

【0075】本実施例に適用された駆動手段は、対象物に対する接触状態を検出して、その疑似触覚信号を出力可能な触覚信号検出手段 8 b と、この触覚信号検出手段 8 b から出力された疑似触覚信号に基づいて、疑似触覚伝達手段（図 1 (A) 参照）を駆動させる信号処理手段 8 a とを備えている。

【0076】信号処理手段 8 a は、触覚信号検出手段 8 b から出力された疑似触覚信号を上記疑似触覚伝達手段を駆動するための信号に変換して出力する機能を有する。通常、人間の振動知覚システムは、振動周波数が低くなるほど、知覚するのに十分な振幅が必要となるが、振動周波数が高くなるほど、小さい振幅でも十分に知覚することができる。一般的に、人間は、DC から 1 kHz 程度までは振動として認識できることが知られており、この範囲内に最も知覚し易い周波数域が存在する。

【0077】従って、本実施例に適用された信号処理手段 8 a は、人間の知覚特性を考慮して、触覚信号検出手段 8 b から出力された信号を疑似触覚伝達手段を駆動するための信号に変換して最適な駆動信号を生成するように構成されている。また、信号処理手段 8 a には、予め測定された対象物の機械的特性がデータとして記憶されており、触覚信号検出手段 8 b から出力された接触力に基づいて、上記データから接触時の対象物の変形量を計算することによって、変形量を表示する機能が設けられている。

【0078】即ち、信号処理手段 8 a は、接触の度合い

又は接触変化を人間の振動知覚特性に合わせるように、振動振幅と振動周波数を調整して出力する機能を有する。つまり、信号処理手段 8 a では、接触状況に基づく対象物の硬さや柔らかさ、移動感や表面粗さ等の各種触覚情報を疑似触覚として表現するための信号に変換する処理が行われる。そして、この信号処理手段 8 a から出力された駆動信号によって上記疑似触覚伝達手段を駆動させて、操作者に疑似触覚を伝達させることになる。

【0079】このように本実施例によれば、触覚信号検出手段 8 b から出力された信号に基づいて、最適な駆動パラメータが演算処理され、その結果をもとに、疑似触覚伝達手段を駆動して、操作者に疑似触覚を的確に伝達することが可能となる。

【0080】なお、本発明は、上述した各実施例の構成に限定されることはなく、例えば、下記のように構成することも可能である。

(1) 直接触れることができない対象物に対する接触状況を疑似触覚として伝達可能な疑似触覚伝達手段、及び、この疑似触覚伝達手段を駆動させる駆動手段を備えた触覚伝達ユニットと、前記疑似触覚伝達手段が操作者の体に接触するように、前記触覚伝達ユニットを前記操作者の体の一部に保持させる保持手段とを具備していることを特徴とする触覚伝達装置。

【0081】このような構成によれば、保持手段によって触覚伝達ユニットを操作者の体の一部に保持させた状態において、駆動手段によって疑似触覚伝達手段を駆動させることによって、直接触れることができない対象物に対する接触状況は、疑似触覚として操作者の体に伝達される。

【0082】この触覚伝達装置において、保持手段によって触覚伝達ユニットを操作者の体の一部に保持させることができるため、他の装置の操作性を阻害することなく、対象物に対する接触状況を疑似触覚として操作者に伝達することが可能となる。また、本装置によれば、従来技術に存在したような乖離感を無くすることができるため、操作者に対して操作状況を正確に伝達させることが可能となる。この結果、装置の操作性の向上が達成される。

(2) 前記保持手段には、他の装置の操作性を阻害することがないように、前記触覚伝達ユニットを前記操作者の指に装着させる装着手段が設けられていることを特徴とする上記 (1) に記載の触覚伝達装置。

【0083】このような構成によれば、他の装置の操作性を阻害することがないように、触覚伝達ユニットは、装着手段によって操作者の指に装着される。この触覚伝達装置において、触覚伝達ユニットを操作者の指に装着させることができる装着手段を備えたことによって、通常の機器操作に必要な指先を解放させておくことができる。この結果、他の装置の操作性を阻害することなく、対象物に対する接触状況を疑似触覚として操作者に伝達

することが可能となる。

(3) 前記保持手段には、他の装置の操作性を阻害することがないように、前記触覚伝達ユニットを前記操作者の手首に装着させる装着手段が設けられていることを特徴とする上記(1)に記載の触覚伝達装置。

【0084】このような構成によれば、他の装置の操作性を阻害することがないように、触覚伝達ユニットは、装着手段によって操作者の手首に装着される。この触覚伝達装置において、触覚伝達ユニットを操作者の手首に装着させることができる装着手段を備えたことによつて、通常の機器操作に必要な指先のみならず手のひら全体を解放させておくことができる。この結果、他の装置の操作性を阻害することなく、対象物に対する接触状況を疑似触覚として操作者に伝達することが可能となる。

(4) 前記駆動手段は、その突出及び振動によって表される接触状況を疑似触覚として前記操作者の体に直接伝達するように、永久磁石、ヨーク及びコイルから成る電磁型アクチュエータを備えていることを特徴とする上記(1)に記載の触覚伝達装置。

【0085】このような構成によれば、コイルに電流を印加すると、フレミング左手の法則により永久磁石及びヨークで構成された電気回路は、電流方向に直交する方向に力を受ける。このとき発生した力を受けた駆動手段が疑似触覚伝達手段として機能して、所定の運動を開始する。即ち、駆動手段即ち疑似触覚伝達手段自身が操作者の指の皮膚表面方向に駆動することによって、直接、操作者の指に疑似触覚としての力が伝達される。

【0086】この触覚伝達装置において、電磁型アクチュエータは、特に応答感度が高く且つDC的動作が可能という点で最適である。更に、かかる電磁型アクチュエータを用いることによって、上記のような接触感と押圧感の双方を操作者の指に伝達することが可能となる。更に、電気回路を充分に小型化しても、コイルの寸法は、ある程度の大きさを確保することが可能であるため、疑似触覚としての力を操作者が感覚として認識可能な範囲内に維持させることができる。

(5) 前記駆動手段は、電圧を印加することによって振動する圧電体と、この圧電体の振動力を受けて所定方向に自由運動可能な弾性体とを備えており、また、前記疑似触覚伝達手段は、前記駆動手段を内蔵し且つこの駆動手段によって与えられ衝撃に起因した振動を疑似触覚として操作者の体に伝達する伝達部材を備えていることを特徴とする上記(1)に記載の触覚伝達装置。

【0087】このような構成によれば、所定周波数の電圧を印加して圧電体を振動させると、その振動力は、弾性体に伝達される。この結果、弾性体は、圧電体の振動方向と同方向に自由運動を開始する。運動エネルギーの増加に伴って、この弾性体は、ある条件の下に跳躍運動を開始する。この跳躍運動によって、弾性体は、運動の境界として設置された伝達部材に衝突した後、反射さ

られる。このとき伝達部材に加えられた衝撃力は、操作者の指に接触している伝達部材を介して操作者の指に伝達される。このような衝突は、圧電体が振動し続けている間、繰り返し行われるため、操作者には、疑似触覚としての継続的振動が伝達される。

【0088】この触覚伝達装置において、上述した構成の駆動手段及び疑似触覚伝達手段を備えたことによつて、疑似触覚として操作者に伝達される継続的振動の周波数を低く抑えることが可能となる。この結果、操作者に対して操作状況を正確に伝達させることが可能となる。

(6) 前記駆動手段は、弾性部材と、この弾性部材の周面内に周方向に等間隔で配置され且つ両端が前記保持手段に支持された複数の圧電体とを備えており、これら圧電体に電圧を印加して前記圧電体を振動させることによつて、前記弾性部材が振動(屈曲回転運動)するように構成されており、また、疑似触覚伝達手段は、前記駆動手段の外周を覆って回転自在に配置され且つ前記駆動手段の振動を操作者の体に伝達する筒状部材を備えていることを特徴とする上記(1)に記載の触覚伝達装置。

【0089】このような構成によれば、圧電体を調和して振動させることによって弾性体は、あたかも縄跳びの縄のような屈曲回転運動を開始する。この運動によって弾性体と接触した筒状部材に回転力が伝達され、筒状部材は回転運動を開始する。筒状部材は、操作者の体に直接接触しているため、筒状部材の回転運動は、直接、体に伝達される。

【0090】この触覚伝達装置において、弾性部材の屈曲回転運動は、筒状部材を介して操作者の体に伝達されるため、滑る感覚(移動感)として知覚させることが可能となる。

(7) 前記保持手段には、複数の前記触覚伝達ユニットが所定の間隔で配置されていることを特徴とする上記(1)に記載の触覚伝達装置。

【0091】このような構成によれば、例えば、2つの触覚伝達ユニットの疑似触覚伝達手段を同時に駆動させた場合、これら疑似触覚伝達手段が伝達するエネルギー(刺激強度、周波数等)を互いに変化させると、夫々の装置本来の運動位置とは異なった位置で運動が伝達されているように認識される。この現象は、「ファントムセンセーション」あるいは「仮現運動」として知られている。

【0092】この触覚伝達装置において、限られた個数の疑似触覚伝達手段を的確に駆動制御することによつて、振動感覚(疑似触覚情報)として伝達される刺激部位を、疑似触覚伝達手段の実際の設置位置にかかわらず、広範に変化させることが可能となる。

(8) 前記駆動手段は、対象物に対する接触状態を検出して、その疑似触覚信号を出力可能な触覚信号検出手段と、この触覚信号検出手段から出力された疑似触覚信



号に基づいて、疑似触覚伝達手段を駆動させる信号処理手段とを備えていることを特徴とする上記(1)に記載の触覚伝達装置。

【0093】このような構成によれば、触覚信号検出手段は、対象物に対する接触状態を検出して、その疑似触覚信号を出力する。信号処理回路は、接触の度合い又は接触変化を人間の振動知覚特性に合わせるように、振動振幅と振動周波数を調整して出力する機能を有する。つまり、信号処理手段では、接触状況に基づく対象物の硬さや柔らかさ、移動感や表面粗さ等の各種触覚情報を疑似触覚として表現するための信号に変換する処理が行われる。そして、この信号処理手段から出力された駆動信号によって上記疑似触覚伝達手段を駆動させて、操作者に疑似触覚を伝達させることになる。

【0094】この触覚伝達装置において、触覚信号検出手段から出力された信号に基づいて、最適な駆動パラメータが演算処理され、その結果をもとに、疑似触覚伝達手段を駆動して、操作者に疑似触覚を的確に伝達することが可能となる。

【0095】

【発明の効果】本発明の触覚伝達装置によれば、他の装置の操作性を阻害することなく、対象物に対する接触状況を疑似触覚として操作者に伝達することによって、操作状況を容易且つ正確に知覚させることができる。また、本実施例によれば、従来技術に存在したような乖離感を無くすることができるため、操作者に対して操作状況を正確に伝達させることが可能となる。この結果、装置の操作性の向上が達成される。

【図面の簡単な説明】

【図1】(A)は、本発明の第1の実施例に係る触覚伝達装置の主要な構成を拡大して示す図、(B)は、触覚伝達装置の全体の構成を概略的に示す図。

【図2】(A)は、本発明の第2の実施例に係る触覚伝達装置の主要な構成を拡大して示す図、(B)は、触覚伝達装置の全体の構成を概略的に示す図。

【図3】(A)は、本発明の第3の実施例に係る触覚伝\*

\*達装置を操作者の指に装着した状態を示す斜視図、(B)は、触覚伝達装置を断面方向から見た図。

【図4】(A)は、本発明の第4の実施例に係る触覚伝達装置の全体の構成を概略的に示す図、(B)は、疑似触覚伝達手段及び駆動手段の断面図。

【図5】(A)は、本発明の第5の実施例に係る触覚伝達装置の全体の構成を概略的に示す斜視図、(B)及び(C)は、触覚伝達装置を操作者の手首に装着した状態を示す斜視図。

10 【図6】本発明の第6の実施例に係る触覚伝達装置を操作者の手首に装着した状態を示す斜視図。

【図7】(A)は、本発明の第7の実施例に係る触覚伝達装置の全体の構成を概略的に示す斜視図、(B)は、触覚伝達装置を操作者の手首に装着した状態を示す斜視図。

【図8】本発明の第8の実施例に係る触覚伝達装置の全体の構成を概略的に示す図。

20 【図9】(A)は、マイクロマニピュレータが設けられた顕微鏡の構成を概略的に示す図、(B)は、ビベットに吸引固定された細胞に刺針が接触している状態を示す部分拡大図。

【図10】ロボットのマニピュレータシステムの構成を概略的に示す図。

【図11】(A)は、医療用処置具である把持鉗子の全体の構成を概略的に示す図、(B)は、把持鉗子の先端部の拡大図。

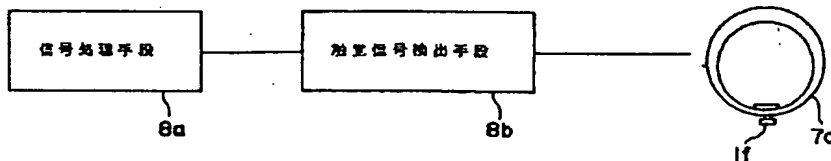
【図12】内視鏡の外壁が患者の器官内壁を圧迫している状態を示す図。

30 【図13】操作者の指先に対象物の硬さや柔らかさ等の情報を伝達する触覚呈示装置の構成を概略的に示す断面図。

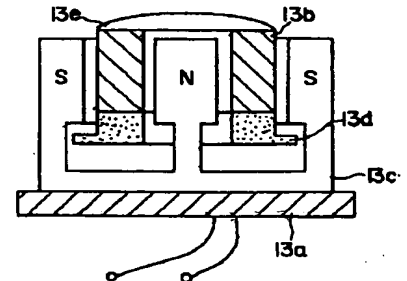
【符号の説明】

1a…永久磁石、1b…ヨーク、1c…コイル、1d…絶縁性構造体本体、1e…弾性部材、1f…サイズ調整ネジ。

【図8】

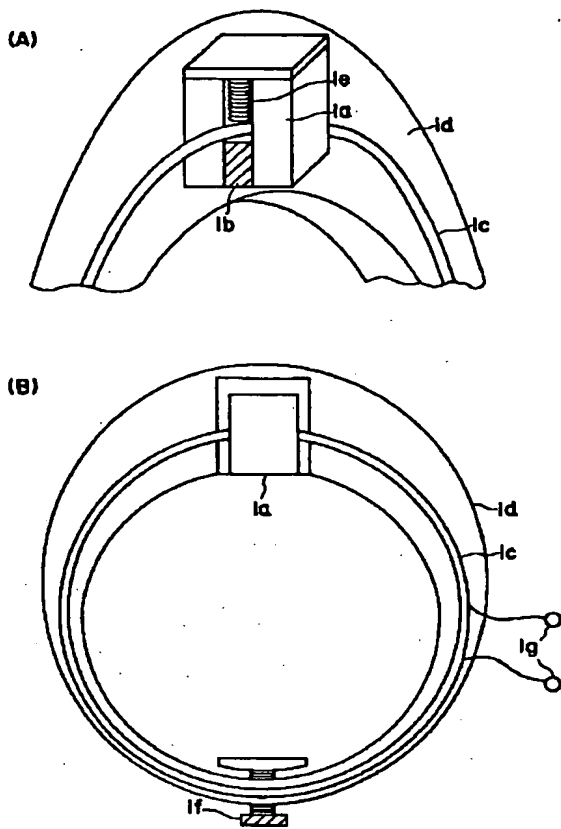


【図13】

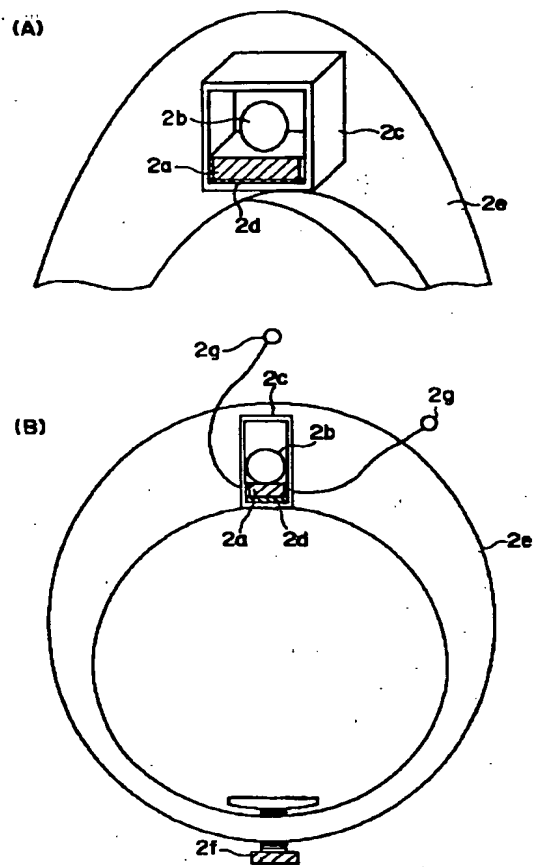




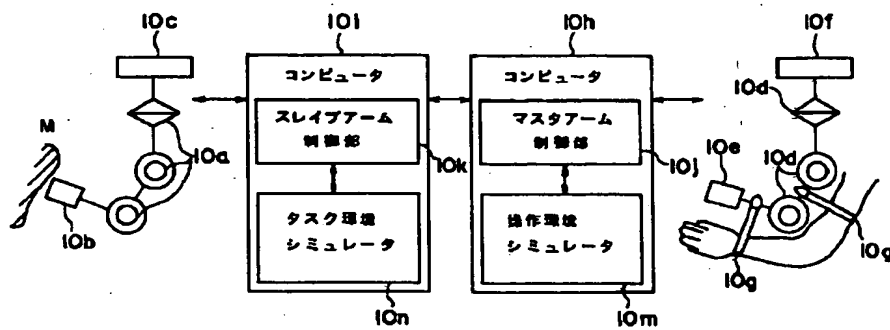
【図1】



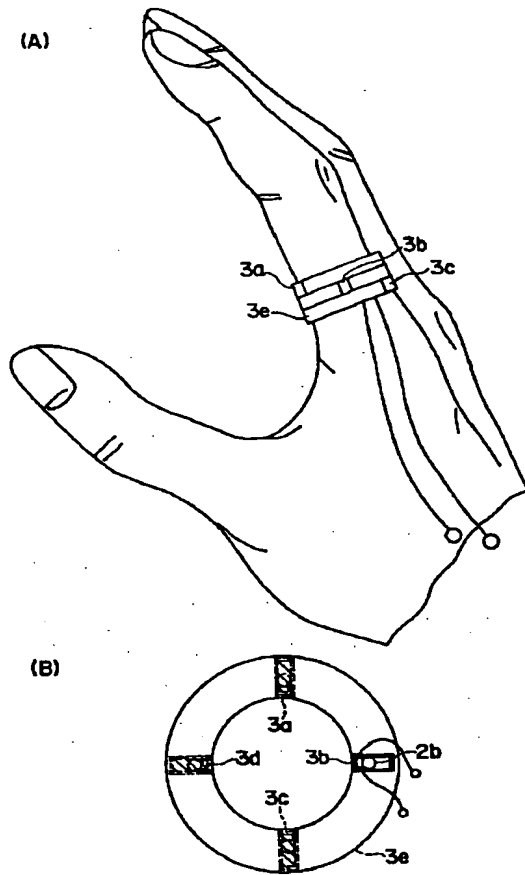
【図2】



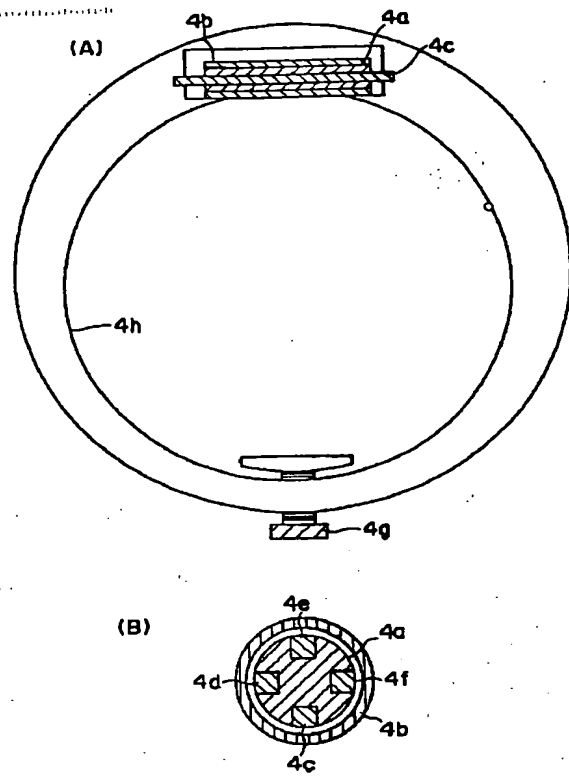
【図10】



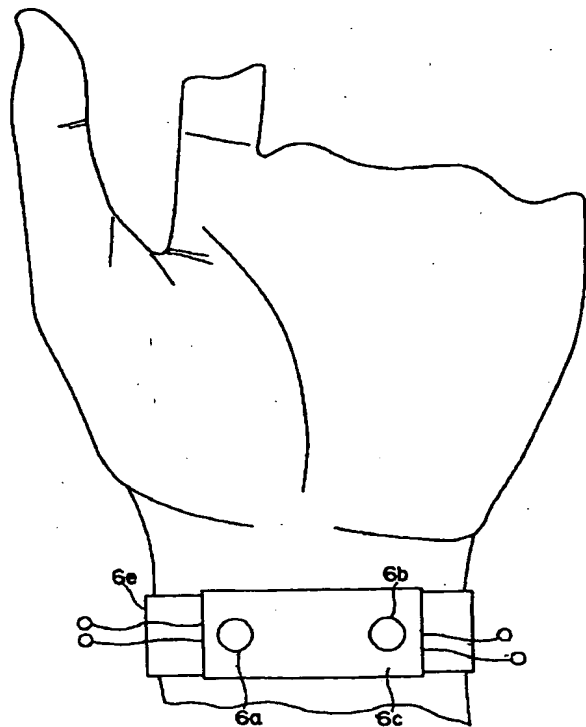
【図3】



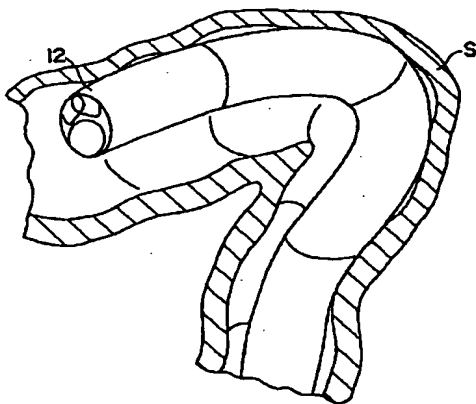
【図4】



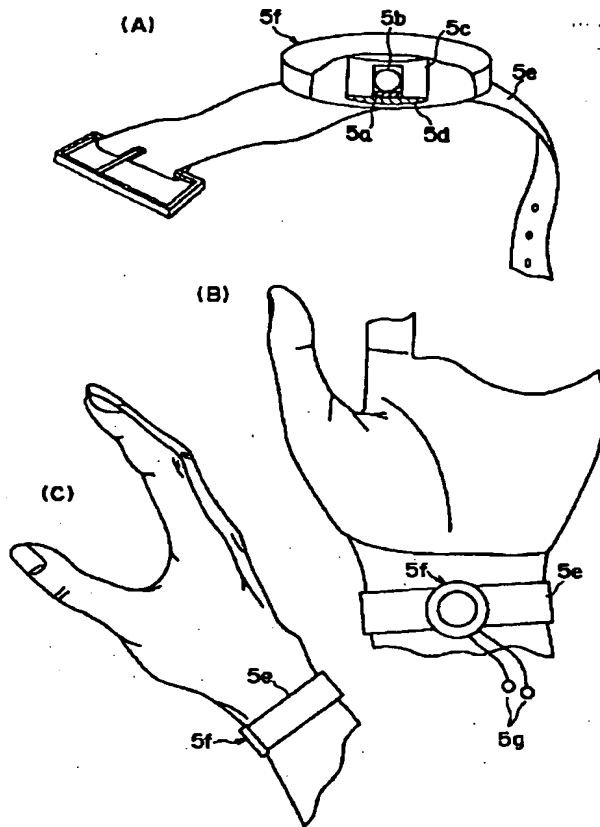
【図6】



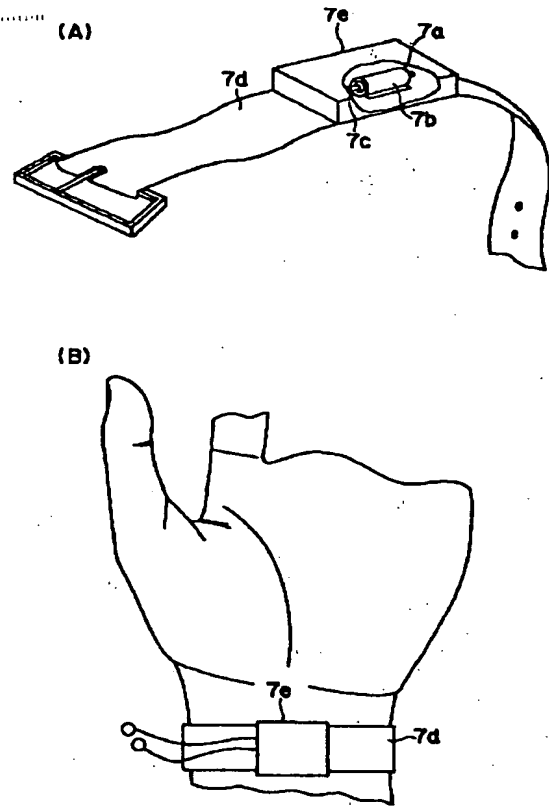
【図12】



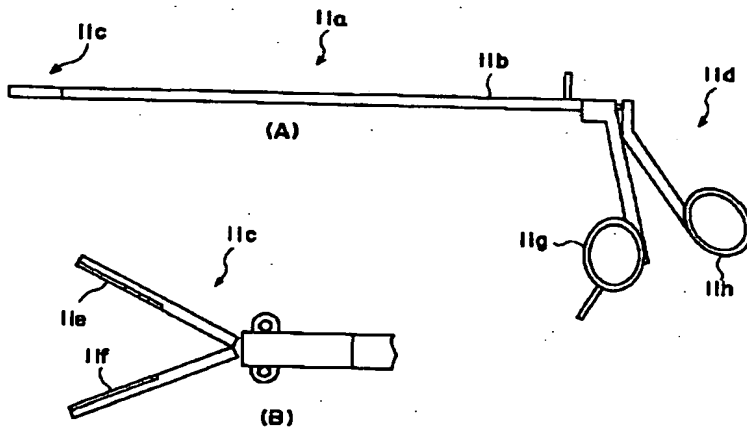
【図5】



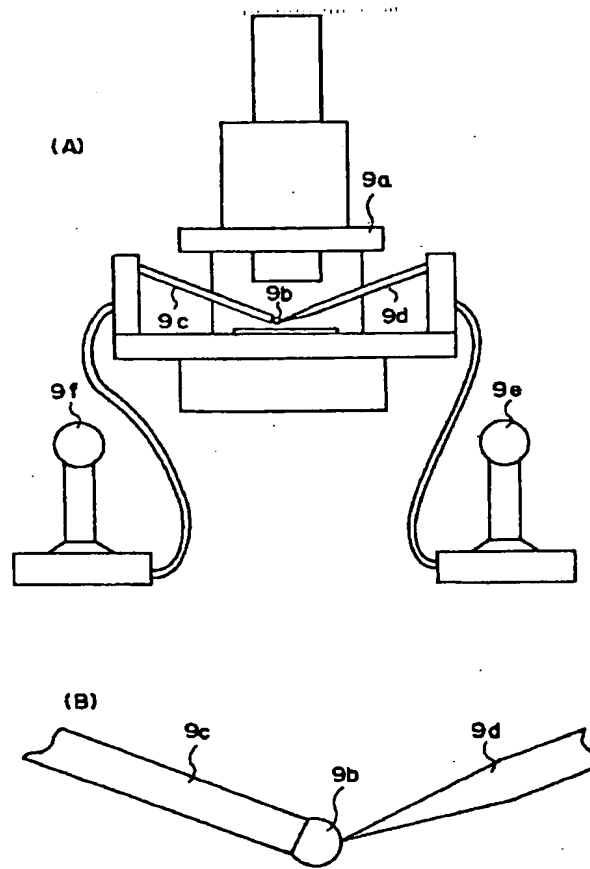
【図7】



【図11】



【図9】



【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載  
 【部門区分】第2部門第3区分  
 【発行日】平成13年11月6日(2001.11.6)

【公開番号】特開平7-266263  
 【公開日】平成7年10月17日(1995.10.17)  
 【年通号数】公開特許公報7-2663  
 【出願番号】特願平6-57506  
 【国際特許分類第7版】

B25J 3/00

G01D 5/00

【F1】

B25J 3/00 A

G01D 5/00

【手続補正書】

【提出日】平成13年3月27日(2001.3.27)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 直接触れることができない対象物に対する接触状況を擬似触覚として伝達可能な擬似触覚伝達手段、及び、この擬似伝達手段を駆動させる駆動手段を備えた触覚伝達ユニットと、前記擬似触覚伝達手段が操作者の体に接触するように、前記触覚伝達ユニットを前記操作者の体の一部に保持させる保持手段とを具備していることを特徴とする触覚伝達装置。

【請求項2】 前記保持手段には、他の装置の操作性を阻害することがないように、前記触覚伝達ユニットを前記操作者の指に装着させる装着手段が設けられていることを特徴とする請求項1に記載の触覚伝達装置。

【請求項3】 前記保持手段には、他の装置の操作性を阻害することがないように、前記触覚伝達ユニットを前記操作者の手首に装着させる装着手段が設けられていることを特徴とする請求項1に記載の触覚伝達装置。

【請求項4】 前記駆動手段はその突出および振動によって表される接触状況を擬似感覚として前記操作者の体に直接伝達するように、永久磁石、ヨークおよびコイルから成る電磁型アクチュエータを備えていることを特徴

とする請求項1に記載の触覚伝達装置。

【請求項5】 前記駆動手段は、電圧を印加することによって振動する圧電体と、この圧電体の振動力を受けて所定方向に自由運動可能な弾性体とを備えており、また、前記擬似触覚伝達手段は、前記駆動手段を内蔵し且つこの駆動手段によって与えられた衝撃に起因した振動を擬似触覚として操作者の体に伝達する伝達部材を備えていることを特徴とする請求項1に記載の触覚伝達装置。

【請求項6】 前記駆動手段は、弾性部材と、この弾性部材の周面内に周方向に等間隔で配置され且つ両端が前記保持手段に支持された複数の圧電体とを備えており、これら圧電体に電圧を印加して前記圧電体を振動させることによって、前記弾性部材が屈曲回転運動するように構成されており、また、擬似触覚伝達手段は、前記駆動手段の外周を覆って回転自在に配置され且つ前記駆動手段の振動を操作者の体に伝達する筒状部材を備えていることを特徴とする請求項1に記載の触覚伝達装置。

【請求項7】 前記保持手段には、複数の前記触覚伝達ユニットが所定の間隔で配置されていることを特徴とする請求項1に記載の触覚伝達装置。

【請求項8】 前記駆動手段は、対象物に対する接触状態を検出して、その擬似触覚信号を出力可能な触覚信号検出手段と、この触覚信号検出手段から出力された擬似触覚信号に基づいて、擬似触覚伝達手段を駆動させる信号処理手段とを備えていることを特徴とする請求項1に記載の触覚伝達装置。